

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

RETRIEVAL METHOD BASED ON
COMBINATION OF COLOR AND IMAGE
FEATURES
Filed: January 9, 2002
Darryl Mexic 202-293-7060.
1 of 1

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

J1017 U.S. PTO
10/040621
01/09/02

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2001년 제 1130 호
Application Number

출원년월일 : 2001년 01월 09일
Date of Application

출원인 : 삼성전자 주식회사
Applicant(s)



2001 년 05 월 12 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0004
【제출일자】	2001.01.09
【국제특허분류】	G06F
【발명의 명칭】	색과 질감의 조합을 기반으로 하는 영상 검색 방법
【발명의 영문명칭】	Searching method of image based on combination of color and texture
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최양림
【성명의 영문표기】	CHOI, Yang Lim
【주민등록번호】	710120-1830615
【우편번호】	463-060
【주소】	경기도 성남시 분당구 이매동 124 이매한신아파트 210동 1509호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조남익
【성명의 영문표기】	CHO, Nam Ik
【주민등록번호】	640119-1009447
【우편번호】	151-010

【주소】 서울특별시 관악구 신림동 산56-1 서울대학교 전기공학과
301동 1001 호
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 곽정원
【성명의 영문표기】 KWAK, Jung Won
【주민등록번호】 770729-1041519
【우편번호】 151-010
【주소】 서울특별시 관악구 신림동 산56-1 서울대학교 전기공학과
301동 1001 호
【국적】 KR
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대
리인 이영
필 (인) 대리인
이해영 (인)
【수수료】
【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 24 면 24,000 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 0 항 0 원
【합계】 53,000 원
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

색 특징 및 질감 특징을 적절히 조합함으로써 보다 검색 성능이 향상된 영상 검색 방법이 개시된다. 본 발명에 따른 영상 검색 방법은 (a) 쿼리 영상과 데이터 영상 사이의 색 거리와 질감 거리를 구하는 단계와, (b) 구한 색 거리와 질감 거리에 소정의 가중치를 사용하여 가중시키는 단계, (c) 인간의 시각적 특성을 고려하여 가중된 색거리와 질감 거리를 조합한 거리를 구하는 단계, 및 (d) 조합된 특징 거리를 사용하여 쿼리 영상과 유사한 영상을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면 영역 영상에서 추출된 색과 질감 특징을 이용하여 이들 정보를 동시에 조합함으로써 보다 사람 시각적인 감각에 적합한 검색 결과를 얻을 수 있다. 특히, 영역별 검색으로 한 영상에 있는 많은 물체(object)와 정보를 적은 계산에 의하여 보다 정밀하게 검색하는 것이 가능하다.

【대표도】

도 1

【명세서】**【발명의 명칭】**

색과 질감의 조합을 기반으로 하는 영상 검색 방법{Searching method of image based on combination of color and texture}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 영상 검색 방법의 주요 단계들을 나타낸 흐름도이다.

도 2는 색 특징을 사용하여 영상 데이터베이스를 인덱싱하는 방법의 예를 나타낸 흐름도이다.

도 3a는 색특징에 따라 분할되는 영상의 일예를 나타낸 도면이다.

도 3b는 도 3a에 나타낸 영상의 색 벡터들을 양자화한 색벡터를 사용하여 표현한 영상을 나타낸 도면이다.

도 3c는 J-영상을 나타낸 도면이다.

도 3d는 분할된 완료된 영상을 나타낸 도면이다.

도 4는 질감을 기반으로 영상 데이터베이스를 인덱싱하는 과정의 일예를 나타낸 흐름도이다.

도 5는 2차원 가버 함수의 1/2 크기를 가지는 공간-주파수 응답의 일예를 나타낸 도면이다.

도 6은 질감 샘플을 얻기 위한 준비 과정의 일예를 나타낸 흐름도이다.

도 7a는 주어진 쿼리 영역 영상에 대해서 색과 질감을 조합된 결과를 이용하여 검색한 영역 영상들의 예를 나타낸 도면이다.

도 7b는 주어진 쿼리 영역 영상에 대해서 색만 고려하여 검색한 영역 영상들의 예를 나타낸 도면이다.

도 7c는 색 거리가 의미있는 범위 내의 후보 영역 영상들에 대해서 질감만을 고려하여 검색한 영역 영상들의 예를 나타낸 도면이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<13> 본 발명은 영상의 검색 방법에 관한 것으로, 더 상세하게는 영상을 이용한 검색에서 사람의 시각에 가장 민감한 특징인 색과 질감을 나타내는 기술자를 기반으로 하는 영상 검색 방법에 관한 것이다.

<14> 최근에 멀티미디어 자료의 양이 급격하게 증가함에 따라 효율적인 멀티미디어 자료의 관리를 위한 검색 관리 및 데이터베이스 관리의 분야에 대한 연구가 되고 있다. 특히, 영상의 검색 분야에서는 기존의 텍스트 기반의 검색을 대체 또는 보충할 검색 방법이 중점적으로 연구되고 있다. 텍스트 기반 검색을 사용하여 많은 자료를 포함하는 데이터베이스로부터 원하는 자료를 검색할 때 검색을 위하여 많은 노력이 필요하고 부분적인 특징을 사용한 검색이나 정량적인 검색이 어렵다. 따라서, 텍스트 기반 영상 검색의 한계점을 극복하기 위해 멀티미디어 자료의 특징을 적절하게 나타내는 수치적인 기술자(descriptor)를 이용하는 방법이 시도되고 있다.

<15> 한편, 특징 기술자는 사람의 시각에 가장 민감한 특징인 색 특징과 질감 특징을 잘 표현한다. 종래의 영상 검색 방법에 따르면 특징 기술자에 의하여 인덱싱된 영상 데이터 베이스내에서 상기 특징 기술자에 의하여 표현되는 특징을 사용하여 검색이 수행된다. 색특징을 사용하여 영상 검색을 수행하는 종래의 영상 검색의 일예에 따르면, 먼저, 색 벡터를 추출하고, 추출된 색 벡터를 양자화하며, 양자화된 색 벡터로부터 대표 색 벡터를 구한 다음, 구한 대표 색벡터를 사용하여 영상 검색이 수행된다. 또한, 질감 특징을 사용하여 영상 검색을 수행하는 종래의 영상 검색 방법의 일예에 따르면 코-어커런스 행렬(Co-occurrence Matrix)이나 가우시안 마코브 랜덤 필드(Gaussian Markov Random Field: GMRF)를 사용한다. 최근에는 질감특징 추출을 위하여 인간의 시각 구조와 유사한 다채널 접근이 적용되는 가버(Gabor) 필터가 사용되고 있다.

<16> 하지만, 상기와 같은 종래의 영상 검색 방법에서는 색 검색과 질감 검색이 각각 독립적으로 수행되며, 영상 전체에 대한 전반적인 영상의 성질을 추출하게 된다. 따라서, 영상내에 다수의 물체(object)가 존재하거나 매우 많은 색이나 질감의 특징을 포함하고 있는 경우에는 검색이 적절히 되지 않는 경우가 많고, 색 특징 또는 질감 특징의 어느 하나를 사용한 검색만이 가능하기 때문에 부적절한 검색 결과를 얻을 수 있다는 문제점이 있다.

<17> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 종래의 다른 영상 검색 방법에 따르면, 색 벡터 성분과 질감 벡터 성분을 합해서 통합된 벡터 공간으로 설정하여 설정된 벡터 공간을 기반으로 영상을 검색한다. 하지만, 상기와 같은 영상 검색 방법에 따르면, 단순히 색 벡터 성분과 질감 벡터 성분을 합해서 통합된 벡터 공간으로 설정하기 때문에, 벡터 공간의 차원이 증가하며, 차원이 증가된 벡터 공간에 대한 거리 함수를 다시 정의하고, 또

한 각각의 요소에 따른 가중치를 정해야 하기 때문에 계산이 복잡하거나 적절하지 못한 결과를 가져올 수 있다는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<18> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 색 특징 및 질감 특징을 적절히 조합함으로써 보다 검색 성능이 향상된 영상 검색 방법을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<19> 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 일측면에 따른 영상 검색 방법은 (a) 인간의 시각적 특성을 고려하여 가중된 색거리와 질감 거리를 조합한 거리를 구하고, 조합된 특징 거리를 사용하여 쿼리 영상과 유사한 영상을 검색하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<20> 또한, 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 타측면에 따른 영상 검색 방법은 (a) 쿼리 영상과 데이터 영상 사이의 색 거리와 질감 거리를 구하는 단계; (b) 구한 색 거리와 질감 거리에 소정의 가중치를 사용하여 가중시키는 단계; (c) 인간의 시각적 특성을 고려하여 가중된 색거리와 질감 거리를 조합한 거리를 구하는 단계; 및 (d) 조합된 특징 거리를 사용하여 쿼리 영상과 유사한 영상을 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<21> 또한, 상기 영상 검색 방법은 상기 (a) 단계 이전에, (pa-1) 쿼리 영상과 데이터 영상의 색 특징을 사용하여 쿼리 영상과 데이터 영상을 분할하는 단계; 및 (pa-2) 쿼리 영상과 데이터 영상의 색 특징을 사용하여 쿼리 영상과 데이터 영상을 분할하는 단계;를 더 포함하는 것이 바람직하다.

- <22> 또한, 상기 영상 검색 방법은 상기 (pa-1) 단계 이후에, (pa-3) 분할된 영역으로부터 색 특징을 사용하여 특징 벡터를 추출하고, 색거리를 구하는 단계; 및 (pa-4) 분할된 영역으로부터 질감 특징을 사용하여 특징 벡터를 추출하고, 질감거리를 구하는 단계;를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- <23> 또한, 상기 (pa-1) 단계는, (pa-1-1) 주어진 영상의 색 벡터들을 양자화하는 단계; (pa-1-2) 영상으로부터 잡음을 제거하고 스무딩하기 위하여 피어 그룹(peer group) 필터링을 수행하는 단계; 및 (pa-1-3) 필터링된 픽셀값들에 대하여 일반화된 로이드 (Generalized Lloyd) 알고리즘을 이용하여 클러스터링하는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.
- <24> 또한, 상기 (pa-1-3) 단계 이후에, (pa-1-4) 색 양자화 후 양자화된 색들의 균일성을 나타내는 J-값(J-value)를 정의하는 단계; (pa-1-5) 양자화를 통해 얻어진 색 수로서 이루어진 영상의 각 픽셀들의 균일한 정도인 J-값을 해당 픽셀에 저장함으로써 J-영상 (J-image)를 얻는 단계; (pa-1-6) J-영상을 소정의 분할 방법에 따라 복수 개의 영역들로 분할하는 단계; (pa-1-7) 상기 (pa-1-6)의 단계를 반복함으로써 과영역화 (over-segmented)된 영역 지도를 얻는 단계; 및 (pa-1-8) 색의 상관성을 이용한 영역 병합에 의하여 최종 영역 지도를 얻는 단계;를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- <25> 또한, 상기 (pa-1-8) 단계 이후에, (pa-1-9) 분할된 영역들의 대표색과 그 비율을 사용하여 특징 벡터 공간을 인덱싱하는 단계;를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- <26> 또한, 상기 (pa-1-3) 단계는, 클러스터를 분할 또는 병합하는 소정의 알고리즘을 적용하여 클러스터링하는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.

- <27> 또한, 상기 색 특징은, 대표 색 벡터와 상기 대표 색 벡터의 비율로 표시되는 색 특징 기술자 $f_c(I_k)$ 를 기반으로 하는 것이 바람직하다.
- <28> 또한, 상기 색 특징 기술자 $f_c(I_k)$ 는, k 는 영역의 일련번호를 나타내는 양의 정수, \bar{c}_{ki} 는 k 번 째 영역의 대표 색 벡터, P_{ki} 는 i 번째 대표 색 벡터의 비율, N_k 는 k 번 째 영역의 대표 색 벡터의 수라 할 때, $f_c(I_k) = \{(\bar{c}_{k1}, P_{k1}), (\bar{c}_{k2}, P_{k2}), \dots, (\bar{c}_{kN_k}, P_{kN_k})\}$ 로써 나타내어지는 것이 바람직하다.
- <29> 또한, 상기 (pa-1-9) 단계는, 격자구조를 가지는 색공간의 격자점에 대표색들을 할당시키는 단계; 및 인덱싱된 결과를 분리표 형태의 데이터베이스에 저장함으로써 특징 벡터 공간내의 특징 벡터들을 인덱싱하는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.
- <30> 또한, 상기 (pa-3) 단계는, 하나의 영역은 쿼리 영역 영상, 다른 하나의 영역은 데이터 영상의 한 영역, T_d 는 두 색이 유사하다고 결정하는 최대 거리, α 는 소정의 스케일링 계수, d_{\max} 는 αT_d , d_{ij} 는 두 색 c_i 와 c_j 의 유클리디안 거리 $\|c_i - c_j\|$, a_{ij} 는 $d_{ij} \leq T_d$ 일 때, $1 - \frac{d_{ij}}{d_{\max}}$ 이고, $d_{ij} > T_d$ 일 때, 0으로 정의되는 변수라 할 때, 두 영역 간의 색 벡터 간의 거리를 $d_c(I_1, I_2) = \sum_{i=1}^{N_1} p_{1i}^2 + \sum_{i=1}^{N_2} p_{2i}^2 - \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} 2\alpha_{1i,2j} p_{1i} p_{2j}$ 에 따라 구하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- <31> 또한, 상기 (pa-2) 단계는 가버 함수를 사용하는 것이 바람직하다.
- <32> 또한, 상기 (pa-2) 단계는, (pa-2-1) 영상을 가버 필터링하는 단계; (pa-2-2) 필터링된 영상의 픽셀값들의 평균 및 분산을 구하는 단계; 및 (pa-2-3) 구한 평균 및 분산을 사용하여 특징 벡터 공간을 인덱싱하는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.

<33> 또한, 상기 (pa-4) 단계는, N과 M은 소정의 양의 정수라 할 때, 복수 개의 영역들로 분할된 영상의 질감 벡터는 N개의 주파수 채널과 M개의 회전 채널을 가진 가버 함수를 사용하여 분할된 영역으로부터 질감 특징을 사용하여 특징 벡터를 추출하는 것이 바람직하다.

<34> 또한, 상기 질감 특징은, m_{kij} 는 영역 I_k 의 i 번째 주파수와 j 번째 채널의 평균, σ_{kij} 는 영역 I_k 의 i 번째 주파수와 j 번째 채널의 편차라 할 때,
 $f_i(I_k) = \{(m_{k11}, \sigma_{k11}), (m_{k12}, \sigma_{k12}), \dots, (m_{k1M}, \sigma_{k1M}), (m_{k21}, \sigma_{k21}), \dots, (m_{kNM}, \sigma_{kNM})\}$ 를 포함하는 질감 특징 기술자를 기반으로 하는 것이 바람직하다.

<35> 또한, 상기 (pa-4) 단계는, 하나의 영역은 쿼리 영역 영상, 다른 하나의 영역은 데이터 영상의 한 영역이라 할 때, 두 영역 간의 질감 벡터를 이용한 거리 함수

$$d_i(I_1, I_2) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \left| \frac{m_{1ij} - m_{2ij}}{\sigma(m_{ij})} \right| + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \left| \frac{\sigma_{1ij} - \sigma_{2ij}}{\sigma(\sigma_{ij})} \right|$$
를 사용하는 것이 보다 바람직하다.

<36> 또한, 상기 영상 검색 방법은 상기 (b) 단계 이전에, (pb-1) 격자 영역 지도를 얻는 단계; (pb-2) 최대 넓이의 사각형 영역을 추출하는 단계; 및 (pb-3) 요구되는 크기의 텍스처 샘플을 얻는 단계;를 더 포함하는 것이 바람직하다.

<37> 또한, 상기 (pb-1) 단계는, (pb-1-1) i는 $0 \leq i \leq n$, j는 $0 \leq j \leq m$ 이라 할 때, 샘플을 얻고자 하는 영역의 상하좌우 방향의 최대값에 의해서 이루어진 사각형 $M(i, j)$ 을 취하는 단계; (pb-1-2) 사각형 내부를 $l \times l$ 크기의 사각형을 사용하여 분할(divide)하는 단계; 및 (pb-1-3) i는 $0 \leq i \leq \left\lceil \frac{n}{l} \right\rceil - 1$, j는 $0 \leq j \leq \left\lceil \frac{m}{l} \right\rceil - 1$ 이고, x와 y는 각각 $0 \leq x \leq l-1$, $0 \leq y \leq l-1$ 이며, $p(x, y)$ 는 $M(il+x, jl+y)$ 의 영역내에 속하는 한 점이라 할 때, 분할된 격자 내부 모두가 원하는 영역에 포함되어 있을 때 1로 정하고 그렇지 않는 경우 0으로 정하는 소정

의 함수 $M_{grid}(i,j) = \begin{cases} 1 & \text{if } p_{ij}(x,y) \subset I_k \text{ for } \forall (x,y) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$ 를 계산함으로써 격자 영역 지도를 만드는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.

<38> 또한, 상기 (pb-1-3) 단계 이후에, (pb-1-4) 상기 (pb-1-3) 단계에 의하여 얻어진 격자 영역 지도를 $\{M_{grid}(i,j)\}_0 = M_{grid}(i,j)$ if $\{M_{grid}^d(i,j)\}_{n-1} = \{M_{grid}^d(i,j)\}_n$, $M_{grid}^d(i,j) = \{M_{grid}^d(i,j)\}_n$ 을 반복적으로 계산함으로써 거리 격자 영역 지도로 변환하는 단계; 및 (pb-1-5) 가장 깊은 지점에 위치하고 있는 큰 거리값을 가진 지점을 시드(seed)로 이용하여 $M_{grid}^d(i,j) > 0$ 를 만족하는 범위 내에서 상하좌우로 확장해가면서 그 중에 가장 큰 넓이를 가진 직사각형을 추출하는 단계;를 더 포함하는 것이 바람직하다.

<39> 또한, 상기 (pb-3) 단계는, 상기 (pb-2) 단계에 의하여 추출된 직사각형에 추출된 직사각형내의 질감 패턴과 동일한 패턴을 원하는 질감 샘플의 크기에 맞게 덧붙이는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.

<40> 또한, 상기 (pb-3) 단계는, 상기 (pb-2) 단계에 의하여 추출된 직사각형에 추출된 직사각형을 미러링(mirroring)한 패턴을 덧붙임으로써 원하는 질감 샘플의 크기에 맞추는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.

<41> 또한, 상기 (c) 단계는, (c-1) 얻어진 색 거리와 질감 거리를 상기 색거리에 대한 소정의 가중치와 질감 거리에 대한 소정의 가중치로써 정의되는 2차원 벡터 공간상에 투영하는 단계; 및 (c-2) 2차원 벡터 공간상에 투영된 결과를 사람의 시각적 느낌을 기초로 정의되는 1차원 거리 공간에 투영하는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.

<42> 또한, 상기 색거리에 대한 소정의 가중치는, 대표색의 비율의 분포를 기초로 결정된 것이 바람직하다.

- <43> 또한, 상기 색거리에 대한 소정의 가중치는, P_{qi} 는 쿼리 영상 영역의 i 번째 대표 색의 비율이라 할 때, $\omega_c = 1 - \sum_{i=1}^N P_{qi} \log_{10} \left(\frac{1}{P_{qi}} \right)$ 에 따라 결정되는 것이 보다 바람직하다.
- <44> 또한, 상기 질감 거리는, I_q 는 쿼리 영상 또는 쿼리 영역을 나타내고, s 는 데이터 영상 또는 데이터 영상 영역을 나타내며, $A(.)$ 는 추출된 질감 샘플의 넓이, $\text{count}(.)$ 는 원하는 크기의 질감 샘플에 덧붙인 횟수, a 는 상수라 할 때,

$$d'_r(I_q, I_1) = a^{\left(\frac{A(s)}{A(I_1)} + (\text{count}(I_1) - 1) \right)} d_r(I_q, I_1)$$
에 의하여 정의되는 것이 바람직하다.
- <45> 또한, 상기 질감에 대한 소정의 가중치는, 쿼리 영상으로부터 추출된 초기 질감 샘플의 넓이와 데이터 영상으로부터 추출된 초기 질감 샘플의 넓이를 기초로 결정된 것이 바람직하다.
- <46> 또한, 상기 질감에 대한 소정의 가중치는, I_q 는 쿼리 영상 또는 쿼리 영역을 나타내고, s 는 데이터 영상 또는 데이터 영상 영역을 나타내며, $A(.)$ 는 추출된 질감 샘플의 넓이, $\text{count}(.)$ 는 원하는 크기의 질감 샘플에 덧붙인 횟수, a 는 상수라 할 때,

$$\omega_r = \frac{1}{a^{\left(\frac{A(s)}{A(I_q)} + (\text{count}(I_q) - 1) \right)}}$$
에 따라 결정되는 것이 보다 바람직하다.
- <47> 또한, 상기 (c-2) 단계 이전에, 색 거리와 질감 거리를 각각 정규화(normalization)하는 단계;를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- <48> 또한, 상기 정규화 단계는, 가우시안 정규화 방법(Gaussian normalization)을 기반으로 하는 것이 바람직하다.
- <49> 또한, 상기 정규화 단계는, 수열 v_k 가 가우시안 수열이라고 가정할 때, 평균 μ_k 와 편차 σ_k 를 이용하여 $v_{m,k} = \frac{v_{m,k} - \mu_k}{3\sigma_k}$ 과 $v'_{m,k} = \frac{v_{m,k} + 1}{2}$ 에 따라 정규화하는 단계; 및 이 수열을 $[0, 1]$ 사이로 이동시키는 단계;를 포함하는 것이 보다 바람직하다.

<50>

또한, 상기 (c-2) 단계는, (c-2-1) W_c 는 $\frac{\omega_c}{\omega_c + \omega_r}$, W_r 는 $\frac{\omega_r}{\omega_c + \omega_r}$ 로써 정의된다고

할 때, 정규화된 각각의 벡터 거리를

$d(I_q, I_1) = W_c d_c(I_q, I_1) \left(1 + \frac{2}{\pi} \tan^{-1} \frac{d'_r(I_q, I_1)}{d_c(I_q, I_1)} \right) + W_r d'_r(I_q, I_1) \left(1 + \frac{2}{\pi} \tan^{-1} \frac{d_c(I_q, I_1)}{d'_r(I_q, I_1)} \right)$ 에 따라 조합된 거리로

써 결정하는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.

<51>

또한, 상기 영상 검색 방법은 상기 (c-2-1) 단계 이전에, k는 상수라 할 때,

$k \times \frac{\mu_c}{\sigma_c} \leq \frac{\mu_r}{\sigma_r}$ 의 조건을 만족시킬 때까지 가장 거리가 먼 질감 벡터의 거리를 제외시켜가면서 평균과 편차를 구하고 구한 평균과 편차를 사용하여 정규화 작업을 수행하는 단계;를 더 포함하는 것이 바람직하다.

<52>

이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

<53>

본 발명의 영상 검색 방법에 따르면, 특징 기술자를 사용하여 인덱싱된 영상 데이터베이스내에서 쿼리 영상과 유사한 특징을 가지는 데이터 영상을 추출한다. 도 1에는 본 발명의 실시예에 따른 영상 검색 방법의 주요 단계들을 흐름도로써 나타내었다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 영상 검색 방법에서는, 먼저, 쿼리 영상과 영상 데이터베이스내에 저장된 데이터 영상 사이의 색 거리와 텍스처 거리를 구한다(단계 102).

<54>

한편, 본 실시예에서는 영상 데이터베이스내에 저장된 영상들은 색 및/또는 질감 특징에 의하여 복수 개의 영역들로 분할되어 있다고 가정한다. 또한, 복수 개의 영역들로 분할된 한 영상내에 영상 데이터베이스로부터 찾고자 하는 영역 영상이 주어진다고 가정한다. 또한, 임의의 한 영역을 영상 데이터베이스로부터 찾고자 하는 영역 영상으로

써 결정하고, 결정된 영역을 쿼리 영역 영상(query region image)이라 칭한다. 본 발명의 실시예에 따른 영상 검색 방법에서는 쿼리 영상 영역과 시각적으로 유사한 특징을 가지는 영상을 영상 데이터베이스로부터 검색한다.

<55> 먼저, 색을 이용하여 특징 벡터를 추출하고, 색거리를 구하는 과정을 설명한다. 도 2에는 색 특징을 사용하여 영상 데이터베이스를 인덱싱하는 방법의 예를 나타내었다. 도 2를 참조하면, 먼저, 주어진 영상의 색 벡터들을 양자화한다(단계 202). 도 3a에는 색특징에 따라 분할되는 영상의 일예를 나타내었으며, 도 3b에는 도 3a에 나타낸 영상의 색 벡터들을 양자화한 색벡터를 사용하여 표현한 영상을 나타내었다. 다음으로, 본 실시예에서는 영상으로부터 잡음을 제거하고 스무딩하기 위하여 피어 그룹(peer group) 필터링(단계 204)을 수행한다. 피어 그룹 필터링은 본 출원인에 의하여 2000. 2. 3.일자로 출원되고 본 명세서에 참조로써 통합되는 특허 출원 PCT/KR00/00090호에 개시되어 있다. 다음으로, 필터링된 픽셀값들에 대하여 일반화된 로이드(Generalized Lloyd) 알고리즘을 이용하여 클러스터링한다(단계 206). 일반화된 로이드 알고리즘에서는 클러스터의 갯수가 고정되지만, 경우에 따라 클러스터를 분할 또는 병합하는 소정의 알고리즘을 적용하는 것도 가능하다. 다음으로, 색 양자화 후 양자화된 색들의 균일성을 나타내는 J-값(J-value)를 정의한다(단계 208). 양자화를 통해 얻어진 색 수로서 이루어진 영상의 각 픽셀들의 균일한 정도인 J-값을 해당 픽셀에 저장함으로써 J-영상(J-image)를 얻는다(단계 210). 도 3c에는 단계(210)에 의하여 얻어진 J-영상을 나타내었다. 다음으로, J-영상을 소정의 분할 방법에 따라 복수 개의 영역들로 분할한다(단계 212). J-값을 사용한 영상의 분할은 본 출원인에 의하여 2000. 3. 22. 자로 출원되고 본 명세서에

참조로써 통합되는 특허 출원 PCT/KR00/00248호에 개시되어 있다. 이제, 분할과정을 반복함으로써 과영역화(over-segmented)된 영역 지도를 얻는다(단계 214). 다음으로, 색의 상관성을 이용한 영역 병합에 의하여 최종 영역 지도를 얻는다(단계 216). 최종 영역 지도를 얻음으로써 분할이 완료된다. 도 3d에는 분할된 완료된 영상을 나타내었다.

<56> 다음으로, 분할된 영역들의 대표색과 그 비율을 사용하여 특징 벡터 공간을 인덱싱한다(단계 218). 예를들어, 분할된 영역의 색 특징 기술자 $f_c(I_k)$ 는 다음 식과 같이 대표 색 벡터와 상기 대표 색 벡터의 비율로 표시된다.

<57> **【수학식 1】**
$$f_c(I_k) = \{(\bar{c}_{k1}, p_{k1}), (\bar{c}_{k2}, p_{k2}), \dots, (\bar{c}_{kN_k}, p_{kN_k})\}$$

<58> 여기서, k 는 영역의 일련번호를 나타내는 양의 정수, \bar{c}_{ki} 는 k 번째 영역의 대표 색 벡터, p_{ki} 는 i 번째 대표 색 벡터의 비율, N_k 는 k 번째 영역의 대표 색 벡터의 수를 나타낸다. 다음으로, 격자구조를 가지는 색공간의 격자점에 대표색들을 할당시킨다. 이제, 인덱싱된 결과를 분리표 형태의 데이터베이스에 저장함으로써 특징 벡터 공간내의 특징 벡터들이 인덱싱된다.

<59> 또한, 하나의 영역은 쿼리 영역 영상, 다른 하나의 영역은 데이터 영상의 한 영역이라 할 때, 두 영역 간의 색 벡터 간의 거리는 다음과 같이 나타낸다.

<60> **【수학식 2】**
$$d_c(I_1, I_2) = \sum_{i=1}^N p_{1i}^2 + \sum_{i=1}^N p_{2i}^2 - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N 2\alpha_{1i,2j} p_{1i} p_{2j}$$

<61> 여기서, T_d 는 두 색이 유사하다고 결정하는 최대 거리, α 는 소정의 스케일링 계수, d_{\max} 는 αT_d , d_{ij} 는 두 색 c_i 와 c_j 의 유클리디안 거리 $\|c_i - c_j\|$, α_{ij} 는 $d_{ij} \leq T_d$ 일 때, $1 - \frac{d_{ij}}{d_{\max}}$ 이고, $d_{ij} > T_d$ 일 때, 0으로 정의되는 변수를 나타낸다.

<62> 다음으로, 질감을 이용하여 특징 벡터를 추출하고, 질감 거리를 구하는 과정을 설명한다. 도 4에는 질감을 기반으로 영상 데이터베이스를 인덱싱하는 과정의 일예를 나타내었다.

<63> 질감을 분석하는 접근 방법으로서 최근에 다채널 필터링을 이용한 방법이 많이 사용되고 있는 이유는 이 방법이 인간의 시각적 특성과 많이 흡사하다는 것이 정신물리학적 실험과 정신생리학적 실험에 의해서 증명되었기 때문이다. 포유류의 시각 조직은 좁은 폭의 주파수와 회전의 조합들로 조율하여 인식하는 메커니즘을 포함한다고 할 수 있다. 따라서, 시각 조직의 인식 메커니즘은 복수 개의 필터에 의한 통과 채널들로 해석된다. 즉, 이러한 통과 채널은 특정 주파수와 회전 각도의 영역을 갖는 대역 필터들의 통과 채널로써 이해될 수 있다. 이러한 다채널 필터링 질감 분석 방법에서 가장 중요한 조건이 되는 것은 우선 채널들의 함수적인 특징과 그 채널의 수를 정하는 것이다. 또한, 필터를 거친 영상에서 적절한 질감 특징을 추출하는 작업과 각각의 채널 간의 관계, 또한 각각의 다른 채널에서 나온 질감 특징을 적절하게 조합하는 방법 등이 가장 중요한 고려 대상이 된다. 질감 특징을 가장 잘 모델화할 수 있는 함수는 가버 함수이다. 도 4를 참조하면, 본 실시예에서는, 영상을 가버 필터링한다(단계 402). 영상의 가버 필터링을 위하여 사용되는 2차원 가버 함수는 2차원 가우시안 함수의 변조(modulation)로, 주파수 영역에서 이 2차원 함수의 스펙트럼이 이동한 것을 보이는 복소 정현 함수라고 정의할 수 있다. 이 함수의 수학적 표현은 다음과 같다.

<64> **【수학식 3】** $h(x,y)=g'(x',y')\exp[2\pi j(U_x+V_y)]$

<65> **【수학식 4】** $(x',y')=(x\cos\phi+y\sin\phi,-x\sin\phi+y\cos\phi)$

<66> **【수학식 5】**
$$g(x,y) = \frac{1}{2\pi\lambda\delta^2} \exp[-(x^2/\lambda^2 + y^2)/2\delta^2]$$

<67> **【수학식 6】**
$$H(u,v) = \exp\{-2\pi^2\delta^2[(u'-U')^2 + (v'-V')^2]\}$$

<68> 여기서, λ 는 영상비(aspect ratio), δ^2 은 분산(variance)을 나타낸다.

<69> 한편, 방사상 대역폭(radial bandwidth)을 B라 하고, 회전 대역폭(orientation bandwidth)을 Ω 라 할 때, 방사상 대역폭(radial bandwidth) B와 회전 대역폭(orientation bandwidth) Ω 는 가버 함수의 리던던시(redundancy)를 줄이기 위해서 2차원 가버 필터의 각 채널 필터의 공간-주파수 응답의 크기의 대략 1/2 값이 서로 맞닿을 수 있도록 결정된다. 도 5에는 2차원 가버 함수의 1/2 크기를 가지는 공간-주파수 응답의 일예를 나타내었다. 도 5를 참조하면, 제1 채널(502)은 제2 채널(504)과 동일한 스케일을 가지지만 다른 방향성을 가진다. 또한, 제1 채널(502)은 제3 채널(506)과 다른 스케일을 가지지만 동일한 방향성을 가진다. 영상의 가버 필터링은 상술한 가버 함수와 영상을 컨벌루션을 수행함으로써 이루어지며, 각기 다른 방향성과 스케일을 가지는 필터들에 의하여 필터링된 서로 다른 영상을 출력한다.

<70> 다음으로, 필터링된 영상의 픽셀값들의 평균 및 분산을 구한다(단계 404). 이렇게 얻어진 가버 함수와 영상을 컨벌루션을 하여 얻어지는 크기의 평균과 편차가 질감의 성질을 나타낸다고 할 수 있다. 이제, 구한 평균 및 분산을 사용하여 특징 벡터 공간을 인덱싱한다(단계 406). 복수 개의 영역들로 분할된 영상의 질감 벡터는 N개의 주파수 채널과 M개의 회전 채널을 가진 가버 함수를 이용할 경우 다음과 같은 형식으로 나타난다.

<71> **【수학식 7】**
$$f_i(I_k) = \{(m_{k11}, \sigma_{k11}), (m_{k12}, \sigma_{k12}), \dots, (m_{k1M}, \sigma_{k1M}), (m_{k21}, \sigma_{k21}), \dots, (m_{kNM}, \sigma_{kNM})\}$$

<72> 여기서, m_{kij} 는 영역 I_k 의 i 번째 주파수와 j 번째 채널의 평균을 나타내고, σ_{kij} 는 영역 I_k 의 i 번째 주파수와 j 번째 채널의 편차를 나타낸다.

<73> 또한, 두 영역 간의 질감 벡터를 이용한 거리 함수는 다음과 같이 나타난다.

<74>
$$d_c(I_1, I_2) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \left| \frac{m_{1ij} - m_{2ij}}{\sigma(m_{ij})} \right| + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \left| \frac{\sigma_{1ij} - \sigma_{2ij}}{\sigma(\sigma_{ij})} \right|$$

【수학식 8】

<75> 하지만, 본 발명에 따르면 임의의 모양의 영역에서 질감을 추출한다. 사용자 선택에 의한 영상의 조각 영역은 그 모양이 불규칙적이다. 색의 정보는 그 영역 안의 색 픽셀의 분포와 그 수를 통하여 얻을 수 있기 때문에 그 영역의 모양이 문제되지 않는다. 하지만, 질감의 경우 질감의 정의를 국부적인 공간 주파수에 집중된 정도에 의해서 구별될 수 있는 발광 패턴(irradiance patterns)이라고 할 때 픽셀 간의 패턴이 중요하게 되고 영역의 모양에 영향을 받을 수 있다. 또한, 가버 필터가 영상과 가버 함수와의 컨벌루션을 통하여 얻어지기 때문에 임의의 모양에 대한 컨벌루션은 쉽지가 않다. 또한, 샘플의 크기가 다른 질감 샘플을 가지고 가버 필터를 통한 질감 검색을 했을 경우 동일한 샘플의 크기를 가지고 하는 것보다 훨씬 좋지 않은 성능을 나타낸다. 따라서, 본 실시예에서는 임의의 모양의 영역에서 동일한 영역의 질감 성질을 가지는 같은 크기의 사각형 샘플을 얻어낸 작업이 필요로 하게 된다. 이 작업이 이 영역에서 질감의 정보를 얻어내야 한다는 점에서 그 픽셀의 발광 패턴이 많이 들어갈 수 있는 큰 영역을 취해야만 정확한 질감 정보를 얻을 수 있다.

<76> 도 6에는 질감 샘플을 얻기 위한 준비 과정의 일예를 나타내었다. 영상의 질감 샘플을 얻고자 하는 영역의 흑백 영상(gray image)과 영역 지도를 이용하여 질감 샘플을 얻는다. 도 6을 참조하면, 질감 샘플을 얻기 위하여, 먼저, 격자 영역 지도를 얻는다(단

계 602). 단계(602)를 보다 상세히 설명하면, i 는 $0 \leq i \leq n$, j 는 $0 \leq j \leq m$ 이라 할 때, 샘플을 얻고자 하는 영역의 상하좌우 방향의 최대값에 의해서 이루어진 사각형 $M(i, j)$ 을 취한다. 다음으로, 사각형 $M(i, j)$ 의 내부를 $l \times l$ 크기의 사각형을 사용하여 분할(divide)한다. 이제, i 는 $0 \leq i \leq \left\lceil \frac{n}{l} \right\rceil - 1$, j 는 $0 \leq j \leq \left\lceil \frac{m}{l} \right\rceil - 1$ 이고, x 와 y 는 각각 $0 \leq x \leq l-1$, $0 \leq y \leq l-1$ 이며, $p(x, y)$ 는 $M(il+x, jl+y)$ 의 영역내에 속하는 한 점이라 할 때, 분할된 격자 내부 모두가 원하는 영역에 포함되어 있을 때 1로 정하고 그렇지 않는 경우 0으로 정하는 소정의 함수,

<77> **【수학식 9】**
$$M_{grid}(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{if } p_{ij}(x, y) \subset I_k \text{ for } \forall (x, y) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$
 를 계산함으로써 격자 영역 지도를 만든다.

<78> 다음으로, 최대 넓이의 사각형 영역을 구한다(단계 604). 단계(602)에 의하여 얻어진 격자 영역 지도는 다음의 식,

<79> **【수학식 10】** $\{M_{grid}(i, j)\}_0 = M_{grid}(i, j)$

<80> **【수학식 11】** $\{M_{grid}^d(i, j)\}_n = \min(\{M_{grid}^d(i, j-1)\}_{n-1}, \{M_{grid}^d(i-1, j)\}, \{M_{grid}^d(i, j+1)\}_{n-1}, \{M_{grid}^d(i+1, j)\}_{n-1}) + 1$

<81> **【수학식 12】** if $\{M_{grid}^d(i, j)\}_{n-1} = \{M_{grid}^d(i, j)\}_n$, $M_{grid}^d(i, j) = \{M_{grid}^d(i, j)\}_n$

<82> 을 반복적으로 계산함으로써 거리 격자 영역 지도로 변환될 수 있으며, 가장 깊은 지점에 위치하고 있는 큰 거리값을 가진 지점을 시드(seed)로 이용하여 $M_{grid}^d(i, j) > 0$ 를 만족하는 범위 내에서 상하좌우로 확장해가면서 그 중에 가장 큰 넓이를 가진 직사각형을 추출하는 것이 가능하다.

<83> 이제, 요구되는 크기의 텍스처 샘플을 얻는다(단계 606). 단계(604)에 의하여 추출된 직사각형에 원하는 질감 샘플의 크기에 맞게 덧붙임으로써 정하여진 크기를 맞추는 것이 가능하다. 대안적으로, 미러링(mirroring)에 의하여 추출된 직사각형에 원하는 질감 샘플의 크기에 맞게 덧붙임으로써 정하여진 크기를 맞추는 것도 가능하다. 미러링은 질감의 방향성이 바뀌지 않는 경우에 적합하다.

<84> 다음으로, 색거리와 텍스처 거리를 각각 소정의 가중치를 사용하여 가중시킨다(단계 104). 본 실시예에 따른 영상 검색 방법에서는, 각각의 벡터 공간에서 쿼리 벡터와 비교하여 벡터 공간에서 독립적으로 계산된 색거리 및 질감 거리를 얻는다. 얻어진 색거리와 질감 거리와 각각에 대한 가중치를 가지는 2차원 벡터 공간으로 투영하고, 투영된 결과를 다시 2차원 벡터 공간의 값을 이용하여 사람의 시각적 느낌을 고려한 1차원 거리 공간에 투영시킨다.

<85> 보다 상세히 설명하면, 쿼리 영역 영상의 색 벡터와 데이터베이스 안의 비교 영상의 색 벡터와의 거리는 수학적 2에서 정의한 거리 함수를 통해서 정한다. 이 때 주어지는 가중치는 색의 분포에 의해서 정해진다. 예를 들어, 특정 대표 색에 집중되어 있으면 그 색에 대한 신뢰성(reliability)은 높고, 특정 대표색이 없이 여러 개의 대표색이 비슷한 비율로 분포할 경우 그 색에 대한 신뢰성은 낮다. 이러한 성질은 엔트로피(entropy)를 이용하여 나타내었다. 엔트로피의 경우 확률의 분포에 따라 고르게 퍼져있는 경우 높은 값을 갖고 편중되어 있는 경우 낮은 값을 갖는 성질로 인하여 다음과 같이 가중치를 정의할 수 있다.

<86>
$$w_c = 1 - \sum_{i=1}^N p_{qi} \log_{10} \left(\frac{1}{p_{qi}} \right)$$

 【수학적 13】

<87> 여기서, P_{qi} 는 쿼리 영상 영역의 i 번째 대표색의 비율을 나타내며, $\omega_c < 0.1$ 일 경우에는 $\omega_c = 0.1$ 로 설정한다.

<88> 상술한 방법과 동일하게 질감 성질 벡터의 경우에도 수학적식 8에서 정의된 거리 함수를 사용하여 거리를 정하게 된다. 질감의 경우, 도 6을 참조하며 설명한 방법에 의하여 질감 샘플을 얻은 경우에는, 그 영역의 넓이가 작을 경우 질감에 대한 신뢰성이 떨어지게 된다. 또한 원하는 질감 샘플의 크기를 맞추기 위해 추출된 질감 샘플을 덧붙일 경우 덧붙이는 횟수가 많을수록 그 덧붙임 경계에서 나타나는 불연속성이 질감 특징 추출에 좋지 않은 결과를 초래할 수 있다. 따라서, 본 실시예에서는 각각의 거리에 다음과 같은 가중치를 곱하여 거리를 다시 정의한다.

<89> **【수학적식 14】**
$$d'_r(I_q, I_1) = a \left\{ \frac{s(s)}{s(I_1)} + (count(I_1) - 1) \right\} d_r(I_q, I_1)$$

<90> 여기서, I_q 는 쿼리 영상 또는 쿼리 영역을 나타내고, s 는 원하는 크기의 질감 샘플을 나타내며, $s(.)$ 는 원하는 크기의 질감 샘플에 포함된 넓이를 나타낸다. 또한, $count(.)$ 는 원하는 크기의 질감 샘플에 덧붙인 횟수, a 는 상수를 나타낸다.

<91> 또한, 이와 비슷한 방법으로, I_q 는 쿼리 영상 또는 쿼리 영역을 나타내고, s 는 데이터 영상 또는 데이터 영상 영역을 나타내며, $A(.)$ 는 추출된 질감 샘플의 넓이, $count(.)$ 는 원하는 크기의 질감 샘플에 덧붙인 횟수, a 는 상수라 할 때,

<92> **【수학적식 15】**
$$\omega_r = \frac{1}{a \left\{ \frac{A(s)}{A(I_q)} + (count(I_q) - 1) \right\}}$$

<93> 를 질감에 대한 가중치로써 설정한다.

<94> 다음으로, 인간의 시각적인 특성을 고려하여 가중된 색거리와 텍스처 거리를 조합한 거리를 구한다(단계 106). 단계(104)에 의하여 구한 색거리와 텍스처 거리 및 각각 거리에 대한 가중치를 사람의 시각적인 느낌을 고려한 투영기를 통하여 1차원 거리 공간에 투영시키게 된다. 두 가지의 상이한 특징을 결합하기 위해서는 우선 색과 질감 각각의 거리를 정규화(normalization)를 통해 비슷한 크기로 만들어주는 작업이 필요하다. 정규화 작업은 가우시안 정규화 방법(Gaussian normalization)을 이용하였다. 수열 v_k 가 가우시안 수열이라고 가정할 때, 평균과 편차를 이용하여, 다음의 식에 따라 정규화를 했을 때 약 99%가 $[-1,1]$ 의 범위 안으로 정규화된다는 것을 이용한 것이다.

<95>
$$v_{m,k} = \frac{v_{m,k} - \mu_k}{3\sigma_k}$$
 【수학식 16】

<96>
$$v'_{m,k} = \frac{v_{m,k} + 1}{2}$$
 【수학식 17】

<97> 다시, 이 수열을 $[0,1]$ 사이로 이동시킴으로써 정규화한다. 0보다 작은 값이나 1보다 큰 값은 0과 1로 설정한다. 이 방법은 정규화가 필요한 데이터에서 비정상적으로 큰 값이나 작은 값에 의해서 대부분의 값들이 좁은 범위로 집중되는 것을 방지하는데 있어서 효과적이다.

<98> 하지만, 색 벡터 거리 함수를 통해서 알 수 있듯이 색 벡터의 거리는 유사한 색의 성분이 없다고 판단되어지면 그 거리의 개념이 무의미하기 때문에 검색 후보 내의 색 벡터사이의 거리 편차가 작은 반면 질감 벡터의 거리는 편차가 아주 크기 때문에, k 는 상수라 할 때, 다음 조건,

<99>
$$k \times \frac{\mu_c}{\sigma_c} \leq \frac{\mu_l}{\sigma_l}$$
 【수학식 18】

<100> 을 만족시킬 때까지 가장 거리가 먼 질감 벡터의 거리를 제외시켜가면서 평균과 편차를 구하고 구한 평균과 편차를 사용하여 정규화 작업을 수행한다.

<101> 이렇게 정규화된 각각의 벡터 거리는 다음의 함수에 의해서 가중치를 고려한 조합된 거리로 정해진다.

<102>
$$d(I_q, I_1) = W_c d_c(I_q, I_1) \left(1 + \frac{2}{\pi} \tan^{-1} \frac{d'_c(I_q, I_1)}{d_c(I_q, I_1)} \right) + W_s d'_s(I_q, I_1) \left(1 + \frac{2}{\pi} \tan^{-1} \frac{d_c(I_q, I_1)}{d'_s(I_q, I_1)} \right)$$

【수학식 19】

<103> 여기서, W_c 는 $\frac{\omega_c}{\omega_c + \omega_s}$ 로써 정의되고, W_s 는 $\frac{\omega_s}{\omega_c + \omega_s}$ 로써 정의된다. 이제, 조합한 거리를 사용하여 쿼리 영상과 유사한 영상을 결정한다(단계 108). 위의 함수를 통해서 알 수 있듯이 질감이나 색 중 어느 하나의 벡터의 거리가 특히 가까운 것을 나타낼 경우 그 편중된 각도에 따라 편중된 질감 벡터 거리와 색 벡터 거리에 다른 값을 곱하게 하여 질감이나 색이 어느 하나 많이 유사할 때 전체적으로 유사하다고 느끼는 사람의 시각적 구조를 잘 반영하고 있다. 또한, 상기 방법에 따르면, 각각의 다차원 특징 벡터를 거리와 가중치의 2차원 벡터 공간으로 투영시킨 후 다른 벡터 간의 조합된 거리를 나타내는 1차원 거리 공간으로 투영시키기 때문에 계산이 비교적 간단하다. 또한, 상기 방법에 따르면, 특징 벡터의 분포 등에 따라 적응적으로 변화하는 적은 수의 가중치를 이용한 투영기는 색과 질감 벡터를 사람의 시각적 느낌에 부합하는 검색을 수행한다.

<104> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 색에 의하여 영역화된 영상에서 영역별로 추출된 색 특징과 질감 특징을 각각 쿼리 영역 영상과의 벡터 거리와 가중치로 이루어지는 2차원 벡터 공간의 특징값으로 투영시킨 후 이 값을 이용하여 사람의 시각적 느낌을

고려한 1차원 거리 공간에 투영시킨다. 또한, 상기 방법에 따르면, 계산이 비교적 간단하며, 사람의 시각적 느낌에 부합하는 검색을 수행할 수 있다.

<105> 상기와 같은 본 발명에 따른 영상 검색 방법의 성능을 확인하기 위하여 시뮬레이션 실험을 수행하였다. 실험에서는 코렐사에서 디자인된 샘플 영상(384×256 또는 256×384) 100개를 사용하였다. 2.1절에서 설명한 색을 이용한 영역화 알고리즘을 이용하여 총 2456개의 영역 영상으로 나눈 후 각각의 영역에서 색 특징 벡터 추출 알고리즘과 질감 벡터 추출 알고리즘을 적용하여 색 벡터와 질감 벡터를 추출하였다. 이때, 색 특징 벡터 추출 알고리즘은 색 공간 LUV에서 추출하였고 질감 추출 벡터는 64×64 크기의 질감 샘플을 추출하였으며 이 추출된 질감 샘플에 대하여 주파수 채널을 4 구간, 회전 채널을 6 구간으로 한 가버 필터를 적용하였다. 즉, 각 영역마다 총 48개의 성분을 갖는 질감 벡터를 추출하였다. 도 7a에는 주어진 쿼리 영역 영상에 대해서 색과 질감을 조합된 결과를 이용하여 검색한 영역 영상들의 예를 나타내었다. 또한, 도 7b에는 주어진 쿼리 영역 영상에 대해서 색만 고려하여 검색한 영역 영상들의 예를 나타내었으며, 도 7c에는 색 거리가 의미있는 범위 내의 후보 영역 영상들에 대해서 질감만을 고려하여 검색한 영역 영상들의 예를 나타내었다. 도 7a 내지 도 7c를 참조하면, 쿼리 영상에 해당하는 물고기의 몸통의 색과 비늘의 질감이 동시에 잘 드러나 있는 물고기의 몸통 영역 영상을 검색함으로써 보다 사람의 시각적인 느낌 관점에서 만족스러운 결과를 얻었다. 이로써, 본 발명에 따르면 하위 개념의 특징이라고 칭할 수 있는 색 특징 및 질감 특징을 적절히 조합함으로써 보다 상위 개념의 특징을 효과적으로 나타낼 수 있음을 알 수 있다.

<106> 상기와 같은 방법에 의하여, 영역 영상에서 추출된 색과 질감 특징을 이용하여 이들 정보를 동시에 조합함으로써 보다 사람 시각적인 감각에 적합한 검색 결과를 얻을 수 있다. 특히, 영역별 검색으로 한 영상에 있는 많은 물체(object)와 정보를 보다 정밀하게 검색하는 것이 가능하다. 또한, 색과 질감의 하위 개념의 특징이 이들의 분포에 따른 벡터 거리 공간에서 1차원 거리로 정하여지기 때문에 작은 수의 가중치와 적은 벡터 계산으로 효과적으로 상위 개념의 특징을 나타낼 수 있다.

<107> 또한, 상기와 같은 본 발명에 따른 영상 검색 방법은 개인용 또는 서버급의 컴퓨터 내에서 실행되는 프로그램으로 작성 가능하다. 상기 프로그램을 구성하는 프로그램 코드들 및 코드 세그먼트들은 당해 분야의 컴퓨터 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다. 또한, 상기 프로그램은 컴퓨터 독취 가능 기록 매체에 저장될 수 있다. 상기 기록 매체는 자기기록매체, 광기록 매체, 및 전파 매체를 포함한다.

【발명의 효과】

<108> 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면 영역 영상에서 추출된 색과 질감 특징을 이용하여 이들 정보를 동시에 조합함으로써 보다 사람 시각적인 감각에 적합한 검색 결과를 얻을 수 있다. 특히, 영역별 검색으로 한 영상에 있는 많은 물체(object)와 정보를 적은 계산에 의하여 보다 정밀하게 검색하는 것이 가능하다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

(a) 인간의 시각적 특성을 고려하여 가중된 색거리와 질감 거리를 조합한 거리를 구하고, 조합된 특징 거리를 사용하여 쿼리 영상과 유사한 영상을 검색하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 2】

영상 데이터베이스내에서 쿼리 영상과 유사한 영상을 검색하는 방법에 있어서,

(a) 쿼리 영상과 데이터 영상 사이의 색 거리와 질감 거리를 구하는 단계;

(b) 구한 색 거리와 질감 거리에 소정의 가중치를 사용하여 가중시키는 단계;

(c) 인간의 시각적 특성을 고려하여 가중된 색거리와 질감 거리를 조합한 거리를 구하는 단계; 및

(d) 조합된 특징 거리를 사용하여 쿼리 영상과 유사한 영상을 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 3】

제2항에 있어서, 상기 (a) 단계 이전에,

(pa-1) 쿼리 영상과 데이터 영상의 색 특징을 사용하여 쿼리 영상과 데이터 영상을 분할하는 단계; 및

(pa-2) 쿼리 영상과 데이터 영상의 색 특징을 사용하여 쿼리 영상과 데이터 영상을 분할하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 4】

제3항에 있어서, 상기 (pa-1) 단계 이후에,

(pa-3) 분할된 영역으로부터 색 특징을 사용하여 특징 벡터를 추출하고, 색거리를 구하는 단계; 및

(pa-4) 분할된 영역으로부터 질감 특징을 사용하여 특징 벡터를 추출하고, 질감거리를 구하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 5】

제3항에 있어서, 상기 (pa-1) 단계는,

(pa-1-1) 주어진 영상의 색 벡터들을 양자화하는 단계;

(pa-1-2) 영상으로부터 잡음을 제거하고 스무딩하기 위하여 피어 그룹(peer group) 필터링을 수행하는 단계; 및

(pa-1-3) 필터링된 픽셀값들에 대하여 일반화된 로이드(Generalized Lloyd) 알고리즘을 이용하여 클러스터링하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 6】

제5항에 있어서, 상기 (pa-1-3) 단계 이후에,

(pa-1-4) 색 양자화 후 양자화된 색들의 균일성을 나타내는 J-값(J-value)를 정의하는 단계;

(pa-1-5) 양자화를 통해 얻어진 색 수로서 이루어진 영상의 각 픽셀들의 균일한 정도인 J-값을 해당 픽셀에 저장함으로써 J-영상(J-image)를 얻는 단계;

(pa-1-6) J-영상을 소정의 분할 방법에 따라 복수 개의 영역들로 분할하는 단계;

(pa-1-7) 상기 (pa-1-6)의 단계를 반복함으로써 과영역화(over-segmented)된 영역 지도를 얻는 단계; 및

(pa-1-8) 색의 상관성을 이용한 영역 병합에 의하여 최종 영역 지도를 얻는 단계; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 7】

제6항에 있어서, 상기 (pa-1-8) 단계, 이후에,

(pa-1-9) 분할된 영역들의 대표색과 그 비율을 사용하여 특징 벡터 공간을 인덱싱 하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 8】

제4항에 있어서, 상기 (pa-1-3) 단계는,

클러스터를 분할 또는 병합하는 소정의 알고리즘을 적용하여 클러스터링하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 9】

제2항에 있어서, 상기 색 특징은,

대표 색 벡터와 상기 대표 색 벡터의 비율로 표시되는 색 특징 기술자 $f_c(I_k)$ 를 기반으로 하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 10】

제8항에 있어서, 상기 색 특징 기술자 $f_c(I_k)$ 는,

k 는 영역의 일련번호를 나타내는 양의 정수, \bar{c}_{ki} 는 k 번 째 영역의 대표 색 벡터, P_{ki} 는 i 번째 대표 색 벡터의 비율, N_k 는 k 번 째 영역의 대표 색 벡터의 수라 할 때, $f_c(I_k) = \{(\bar{c}_{k1}, P_{k1}), (\bar{c}_{k2}, P_{k2}), \dots, (\bar{c}_{kN_k}, P_{kN_k})\}$ 로써 나타내어지는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 11】

제7항에 있어서, 상기 (pa-1-9) 단계는,

격자구조를 가지는 색공간의 격자점에 대표색들을 할당시키는 단계; 및

인덱싱된 결과를 분리표 형태의 데이터베이스에 저장함으로써 특징 벡터 공간내의 특징 벡터들을 인덱싱하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 12】

제4항에 있어서, 상기 (pa-3) 단계는,

하나의 영역은 쿼리 영역 영상, 다른 하나의 영역은 데이터 영상의 한 영역, T_d 는 두 색이 유사하다고 결정하는 최대 거리, α 는 소정의 스케일링 계수, d_{\max} 는 αT_d , d_{ij} 는 두 색 c_i 와 c_j 의 유클리디안 거리 $\|c_i - c_j\|$, α_{ij} 는 $d_{ij} \leq T_d$ 일 때, $1 - \frac{d_{ij}}{d_{\max}}$ 이고, $d_{ij} > T_d$ 일 때, 0으로 정의되는 변수라 할 때, 두 영역 간의 색 벡터 간의 거리를 $d_c(I_1, I_2) = \sum_{i=1}^{N_1} p_{1i}^2 + \sum_{i=1}^{N_2} p_{2i}^2 - \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} 2\alpha_{ij} p_{1i} p_{2j}$ 에 따라 구하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 13】

제2항에 있어서, 상기 (pa-2) 단계는,

가버 함수를 사용하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 14】

제13항에 있어서, 상기 (pa-2) 단계는,

(pa-2-1) 영상을 가버 필터를 사용하여 필터링하는 단계;

(pa-2-2) 필터링된 영상의 픽셀값들의 평균 및 분산을 구하는 단계; 및

(pa-2-3) 구한 평균 및 분산을 사용하여 특징 벡터 공간을 인덱싱하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 15】

제14항에 있어서, 상기 (pa-4) 단계는,

N과 M은 소정의 양의 정수라 할 때, 복수 개의 영역들로 분할된 영상의 질감 벡터는 N개의 주파수 채널과 M개의 회전 채널을 가진 가버 함수를 사용하여 분할된 영역으로부터 질감 특징을 사용하여 특징 벡터를 추출하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 16】

제15항에 있어서, 상기 질감 특징은,

m_{kij} 는 영역 I_k 의 i 번째 주파수와 j 번째 채널의 평균, σ_{kij} 는 영역 I_k 의 i 번째 주파수와 j 번째 채널의 편차라 할 때,

$f_1(I_k) = \{(m_{k11}, \sigma_{k11}), (m_{k12}, \sigma_{k12}), \dots, (m_{k1M}, \sigma_{k1M}), (m_{k21}, \sigma_{k21}), \dots, (m_{kNM}, \sigma_{kNM})\}$ 를 포함하는 질감 특징 기술자를 기반으로 하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 17】

제4항에 있어서, 상기 (pa-4) 단계는,

하나의 영역은 쿼리 영역 영상, 다른 하나의 영역은 데이터 영상의 한 영역이라 할 때, 두 영역 간의 질감 벡터를 이용한 거리 함수
$$d_i(I_1, I_2) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \left| \frac{m_{1ij} - m_{2ij}}{\sigma(m_{ij})} \right| + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \left| \frac{\sigma_{1ij} - \sigma_{2ij}}{\sigma(\sigma_{ij})} \right|$$
를 사용하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 18】

제2항에 있어서, 상기 (b) 단계 이전에,

(pb-1) 격자 영역 지도를 얻는 단계;

(pb-2) 최대 넓이의 사각형 영역을 추출하는 단계; 및

(pb-3) 요구되는 크기의 텍스처 샘플을 얻는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 19】

제18항에 있어서, 상기 (pb-1) 단계는,

(pb-1-1) i 는 $0 \leq i \leq n$, j 는 $0 \leq j \leq m$ 이라 할 때, 샘플을 얻고자 하는 영역의 상하좌우 방향의 최대값에 의해서 이루어진 사각형 $M(i, j)$ 을 취하는 단계;

(pb-1-2) 사각형 내부를 $l \times l$ 크기의 사각형을 사용하여 분할(divide)하는 단계; 및

(pb-1-3) i 는 $0 \leq i \leq \left\lceil \frac{n}{l} \right\rceil - 1$, j 는 $0 \leq j \leq \left\lceil \frac{m}{l} \right\rceil - 1$ 이고, x 와 y 는 각각 $0 \leq x \leq l-1$, $0 \leq y \leq l-1$ 이며, $p(x, y)$ 는 $M(il+x, jl+y)$ 의 영역내에 속하는 한 점이라 할 때, 분할된 격자

내부 모두가 원하는 영역에 포함되어 있을 때 1로 정하고 그렇지 않는 경우 0으로 정하는 소정의 함수 $M_{grid}(i,j) = \begin{cases} 1 & \text{if } p_{ij}(x,y) \subset I_k \text{ for } \forall (x,y) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$ 를 계산함으로써 격자 영역 지도를 만드는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 20】

제19항에 있어서, 상기 (pb-1-3) 단계 이후에,

(pb-1-4), 상기 (pb-1-3) 단계에 의하여 얻어진 격자 영역 지도를

$\{M_{grid}(i,j)\}_0 = M_{grid}(i,j)$ if $\{M_{grid}^d(i,j)\}_{n-1} = \{M_{grid}^d(i,j)\}_n$, $M_{grid}^d(i,j) = \{M_{grid}^d(i,j)\}_n$ 을 반복적으로 계산함으로써 거리 격자 영역 지도로 변환하는 단계; 및

(pb-1-5) 가장 깊은 지점에 위치하고 있는 큰 거리값을 가진 지점을 시드(seed)로 이용하여 $M_{grid}^d(i,j) > 0$ 를 만족하는 범위 내에서 상하좌우로 확장해가면서 그 중에 가장 큰 넓이를 가진 직사각형을 추출하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 21】

제18항에 있어서, 상기 (pb-3) 단계는,

상기 (pb-2) 단계에 의하여 추출된 직사각형에 추출된 직사각형내의 질감 패턴과 동일한 패턴을 원하는 질감 샘플의 크기에 맞게 덧붙이는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 22】

제18항에 있어서, 상기 (pb-3) 단계는,

상기 (pb-2) 단계에 의하여 추출된 직사각형에 추출된 직사각형을 미러링 (mirroring)한 패턴을 덧붙임으로써 원하는 질감 샘플의 크기에 맞추는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 23】

제2항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

(c-1) 얻어진 색 거리와 질감 거리를 상기 색거리에 대한 소정의 가중치와 질감 거리에 대한 소정의 가중치로써 정의되는 2차원 벡터 공간상에 투영하는 단계; 및

(c-2) 2차원 벡터 공간상에 투영된 결과를 사람의 시각적 느낌을 기초로 정의되는 1차원 거리 공간에 투영하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 24】

제23항에 있어서, 상기 색거리에 대한 소정의 가중치는,

대표색의 비율의 분포를 기초로 결정된 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 25】

제24항에 있어서, 상기 색거리에 대한 소정의 가중치는,

P_{qi} 는 쿼리 영상 영역의 i 번째 대표색의 비율이라 할 때, $\omega_c = 1 - \sum_{i=1}^N P_{qi} \log_{10} \left(\frac{1}{P_{qi}} \right)$ 에

따라 결정되는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 26】

제2항에 있어서, 상기 질감 거리는,

I_q 는 쿼리 영상 또는 쿼리 영역을 나타내고, s 는 데이터 영상 또는 데이터 영상 영역을 나타내며, $A(.)$ 는 추출된 질감 샘플의 넓이, $\text{count}(.)$ 는 원하는 크기의 질감 샘플에 덧붙인 횟수, a 는 상수라 할 때, $d'_i(I_q, I_1) = a^{\left(\frac{A(s)}{A(I_1)} + (\text{count}(I_1) - 1)\right)} d_i(I_q, I_1)$ 에 의하여 정의되는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 27】

제23항에 있어서, 상기 질감에 대한 소정의 가중치는,

쿼리 영상으로부터 추출된 초기 질감 샘플의 넓이와 데이터 영상으로부터 추출된 초기 질감 샘플의 넓이를 기초로 결정된 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 28】

제27항에 있어서, 상기 질감에 대한 소정의 가중치는,

I_q 는 쿼리 영상 또는 쿼리 영역을 나타내고, s 는 데이터 영상 또는 데이터 영상 영역을 나타내며, $A(.)$ 는 추출된 질감 샘플의 넓이, $\text{count}(.)$ 는 원하는 크기의 질감 샘플에 덧붙인 횟수, a 는 상수라 할 때,

$$\omega_i = \frac{1}{a^{\left(\frac{A(s)}{A(I_q)} + (\text{count}(I_q) - 1)\right)}} \text{에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.}$$

【청구항 29】

제23항에 있어서, 상기 (c-2) 단계 이전에,

색 거리와 질감 거리를 각각 정규화(normalization)하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 30】

제29항에 있어서, 상기 정규화 단계는,
가우시안 정규화 방법(Gaussian normalization)을 기반으로 하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 31】

제30항에 있어서, 상기 정규화 단계는,
수열 v_k 가 가우시안 수열이라고 가정할 때, 평균 μ_k 와 편차 σ_k 를 이용하여
$$v_{m,k} = \frac{v_{m,k} - \mu_k}{3\sigma_k} \text{ 과 } v'_{m,k} = \frac{v_{m,k} + 1}{2}$$
에 따라 정규화하는 단계; 및
이 수열을 $[0, 1]$ 사이로 이동시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 32】

제23항에 있어서, 상기 (c-2) 단계는,
(c-2-1) W_c 는 $\frac{\omega_c}{\omega_c + \omega_r}$, W_r 는 $\frac{\omega_r}{\omega_c + \omega_r}$ 로써 정의된다고 할 때, 정규화된 각각의 벡터 거리를
$$d(I_q, I_1) = W_c d_c(I_q, I_1) \left(1 + \frac{2}{\pi} \tan^{-1} \frac{d'_r(I_q, I_1)}{d_c(I_q, I_1)} \right) + W_r d'_r(I_q, I_1) \left(1 + \frac{2}{\pi} \tan^{-1} \frac{d_c(I_q, I_1)}{d'_r(I_q, I_1)} \right)$$
에 따라 조합된 거리로써 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【청구항 33】

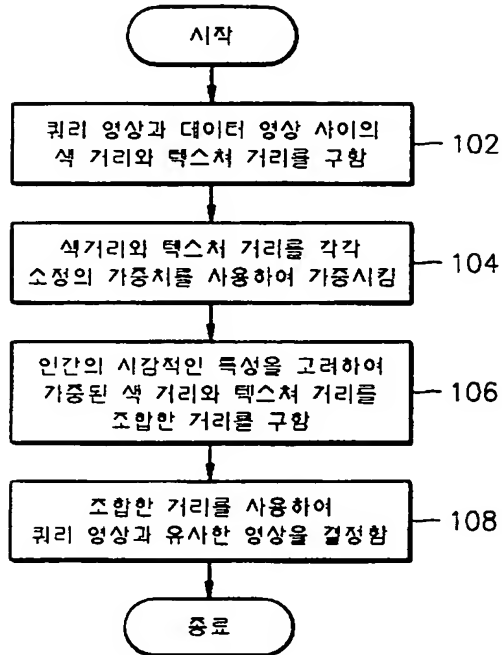
제32항에 있어서, 상기 (c-2-1) 단계 이전에,

k 는 상수라 할 때, $k \times \frac{\mu_c}{\sigma_c} \leq \frac{\mu_r}{\sigma_r}$ 의 조건을 만족시킬 때까지 가장 거리가 먼 질감 벡

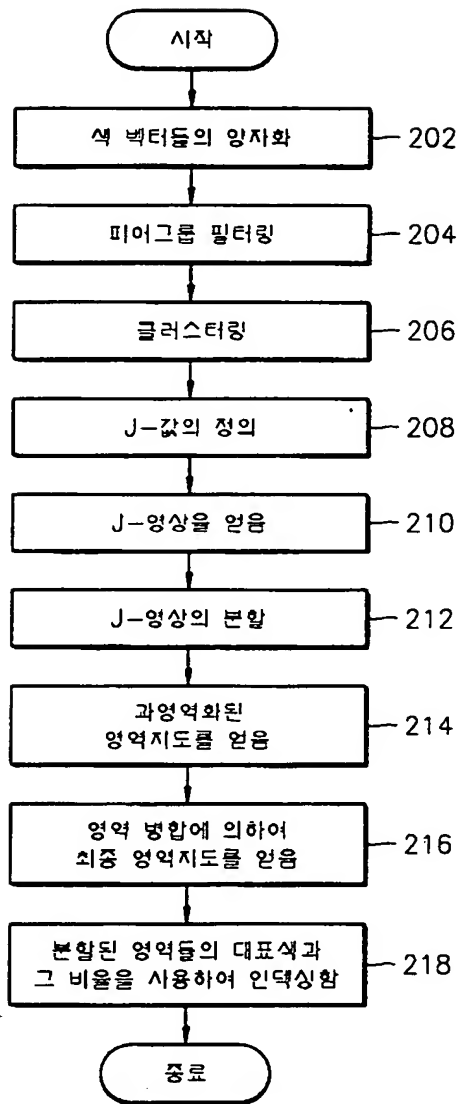
터의 거리를 제외시켜가면서 평균과 편차를 구하고 구한 평균과 편차를 사용하여 정규화 작업을 수행하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

【도면】

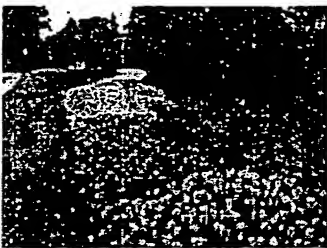
【도 1】



【도 2】



【도 3a】



【도 3b】



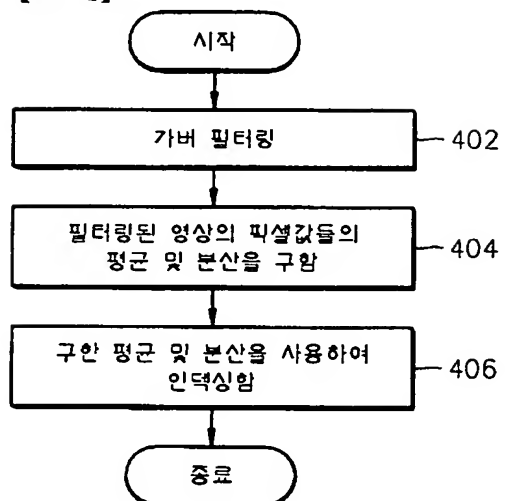
【도 3c】



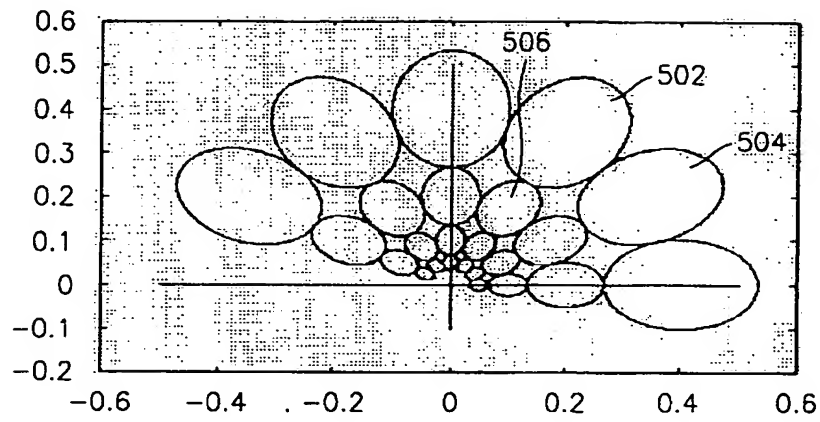
【도 3d】



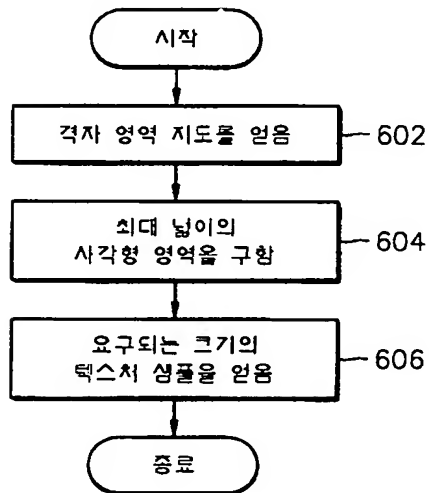
【도 4】



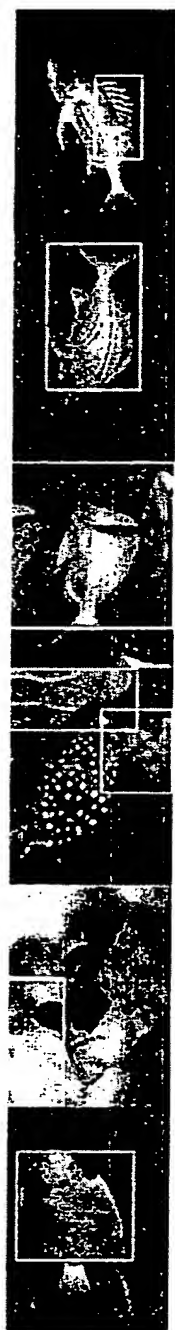
【도 5】



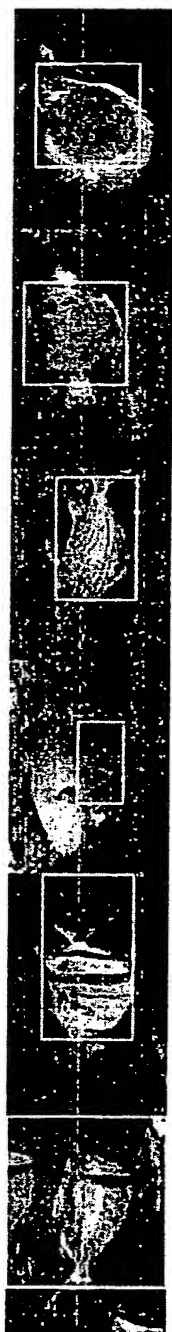
【도 6】



【도 7a】



【도 7b】



1020010001130

출력 일자: 2001/5/15

【도 7c】

